

Avis général

Evaluation technique du potentiel d'intégration de barquettes mono-PET dans l'actuelle filière de recyclage des bouteilles et flacons en PET clair

1/ CONTEXTE

Eco-Emballages a mené avec ses partenaires depuis 2010 une large expérimentation sur l'extension des consignes de tri des emballages ménagers en plastique. Les enseignements qui en découlent sur la collecte, le tri et le recyclage permettent de construire un véritable projet de développement du recyclage des emballages en plastique.

Les barquettes représentent des tonnages significatifs de PET que l'extension des consignes de tri permettra de capter. Aussi, il est apparu nécessaire d'étudier les impacts des barquettes en PET sur le tri et le recyclage des flux de PET actuels, dans les conditions industrielles existantes.

La majorité des barquettes PET présentes sur le marché français sont constituées d'une seule matière, mais certaines d'entre elles sont composées de plusieurs résines ou peuvent comporter un opercule de matériaux différents.

Les technologies de tri automatique actuelles permettent l'identification et la séparation des barquettes multi-matériaux des bouteilles et flacons. **En revanche, les barquettes mono-matière ne peuvent pas être séparées automatiquement de ces flux. C'est sur ces barquettes mono-matière qu'ont porté les tests.**

Des études préliminaires ont montré que le PET utilisé dans les barquettes ne présente pas exactement les mêmes caractéristiques que celui employé dans les bouteilles (forme, fonctionnalité, épaisseur, indice de viscosité,...), ce qui peut entraîner **des conséquences sur le recyclage** (indice de viscosité de la matière recyclée, comportement en température...). Le COTREP a donc choisi **d'approfondir le comportement au recyclage de barquettes mono-résine PET clair dans le flux actuel de bouteilles et flacons en PET clair, dans le cas où celles-ci y seraient intégrées.**

Ces barquettes ont fait l'objet de tests de recyclabilité selon un protocole mis au point dans ce cadre et validé par les recycleurs. Les caractéristiques techniques de la matière recyclée ont été évaluées pour une **régénération en bouteille**, application dont les contraintes qualité restent les plus importantes.

Les résultats, limités aux barquettes PET mono-matériau, constitueront pour le COTREP **une référence pour les futurs tests menés sur les différents types de barquettes à base de PET clair.** Ces tests permettront de constater l'impact d'autres matériaux ou additifs éventuellement associés au PET clair sur le recyclage du flux existant.

2/ PRINCIPE ET CRITERES D'ANALYSES

L'étude, menée par un laboratoire spécialisé dans les études de recyclabilité, a consisté à évaluer l'influence de barquettes mono-PET sur la recyclabilité de bouteilles et flacons en flux PET clair.

Dans un premier temps, des tests de régénération en plaques ont été menés en laboratoire sur la base d'un protocole existant et reconnu par les industriels du secteur pour le recyclage du PET en bouteilles et réadapté au cas des barquettes. Ce test s'est révélé positif et a ensuite été élargi à la régénération en bouteilles.

Les barquettes 100% PET, broyées sous forme de paillettes, ont été mélangées à des paillettes 100% PET recyclé issues d'un flux PET clair standard (bouteilles et flacons). Différents critères physiques ont été mesurés tout au long du process de préparation et comparés à ceux d'un échantillon de référence constitué exclusivement de paillettes de PET recyclé issu d'un flux PET clair standard.

Après validation des paramètres étudiés, chacun des deux échantillons, test et témoin, a été transformé en plaques et en bouteilles dont les caractéristiques techniques ont été évaluées.

La démarche mise en œuvre pour cette étude est la suivante :

1. **Préparation du mélange test à base de paillettes issues de barquettes mono-PET** et analyse physico-chimique de l'échantillon ainsi constitué (couleur, densité, indice de viscosité, ...)
2. **Extrusion puis granulation de la matière en mélange** et détermination de l'indice de viscosité des granulés;
3. **Evaluation de la faisabilité des plaques et bouteilles et détermination des caractéristiques techniques** des produits fabriqués (propriétés optiques et mécaniques, viscosité intrinsèque, dimensions, ...)

Remarque :

Cette étude ne présage pas de l'aptitude des granules de rPET obtenus au contact alimentaire. Elle comporte notamment une limite technique, la température ayant été légèrement diminuée par rapport aux pratiques industrielles usuelles (cf. protocoles de test).

3/ PROTOCOLES DE TESTS ET PRINCIPAUX RESULTATS

3/1. Nature et constitution des échantillons



Les barquettes sélectionnées, constituées à 100% de PET sont majoritairement utilisées dans les blisters ou pour le conditionnement de légumes/fruit, plats traiteurs et viennoiseries. Pour cette étude, seules des barquettes non contaminées par d'éventuels résidus alimentaires et sans élément secondaire (étiquettes, colles, opercules) ont été testées.

Le protocole mis en œuvre a fait intervenir différentes étapes de préparation et de transformation. Celles-ci ont été réalisées à la fois sur l'échantillon de barquettes à tester et sur un échantillon de référence constitué de paillettes recyclées de PET clair standard.

L'ensemble du procédé et les points de mesure effectués sont représentés dans le schéma ci-dessous.

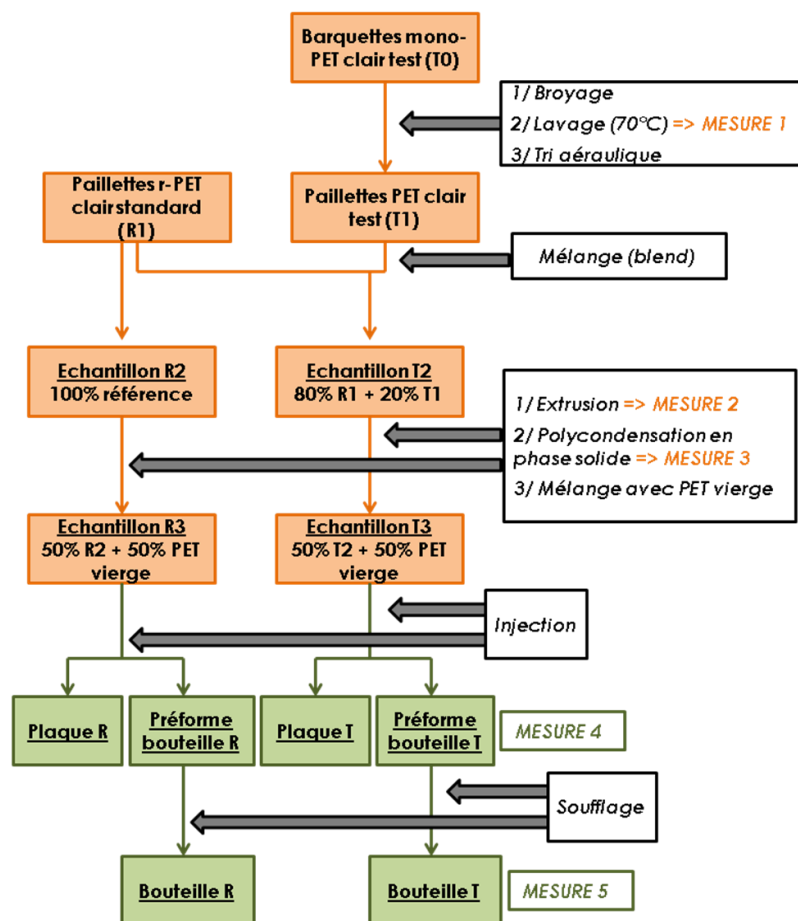


Schéma 1. Protocole mis en œuvre et points de mesure des grandeurs physiques

Le protocole mis en œuvre est le suivant¹ :

1/ Dans un premier temps, le lot de barquettes mono-PET (T₀) est broyé en paillettes lavées à 70°C. Seul ce paramètre de température a été modifié par rapport aux protocoles en place dans la profession (température usuelle : 85°C). Cette légère baisse de la température de lavage permet d'éviter la fragilisation de la paillette, d'en limiter les pertes et d'assurer un bon dosage des paillettes au sein de l'échantillon. Les paillettes sont ensuite séchées et un tri aérouatique est réalisé afin d'éliminer toute présence éventuelle de fractions plus légères ;

2/ L'échantillon de paillettes T₁ ainsi formé est mélangé dans un rapport 20/80 avec un échantillon pur « de référence » constitué uniquement de paillettes recyclées PET clair standard(R₁)² ;

3/ Le lot T₂ résultant est successivement extrudé, cristallisé et polycondensé en phase solide, puis les granulés mélangés en proportions identiques (50/50) avec des granulés de PET vierge ;

4/ Finalement, la matière obtenue T₃ a été injectée en plaques ou en préformes de bouteilles. Une ultime étape de soufflage a permis la fabrication des bouteilles à partir de ces préformes.

3/2. Analyse des résultats : faisabilité technique et mesure des grandeurs physiques

Les résultats obtenus sont précisés dans le tableau ci-dessous (cf. tableau 1).³ Leur analyse montre qu'à une concentration de 20% de paillettes issues de barquettes mono-PET, et pour les deux types de produits testés (plaques et bouteilles) il n'y a pas de différence de caractéristiques physico-chimiques significative avec le témoin (propriétés mécaniques, montée en viscosité, constantes thermiques et paramètres optiques).

De plus, sur l'ensemble des bouteilles et plaques produites, la processabilité est bonne, et ce, dans des conditions de préparation et de fabrication identiques à celles communément utilisées (hors température de lavage afin de limiter la perte de matière).

CONCLUSIONS TECHNIQUES

Les résultats de cette étude ont permis d'évaluer le potentiel d'intégration de barquettes mono-matériaux en PET clair dans le flux actuel des bouteilles et flacons PET clair.

Dans les quantités testées, à savoir 20% d'incorporation (taux maximum au regard de la part de ces barquettes dans les tonnages d'emballages mis en marché), les produits obtenus – plaques et bouteilles - présentent d'une part les propriétés mécaniques attendues et d'autre part, une couleur conforme au témoin.

Par conséquent, pour les applications visées et dans les conditions industrielles de recyclage actuelles, les barquettes mono-PET sont recyclables dans le flux bouteilles et flacons en PET clair. Néanmoins, au vu de la plus grande fragilité des barquettes PET et de leur comportement différent selon la ligne de recyclage, il convient de préciser que les tests réalisés dans le cadre de cette étude ne préjugent pas des impacts sur le rendement de régénération.

¹ Un protocole analogue a été réalisé sur l'échantillon de référence, de sorte à pouvoir comparer l'ensemble des grandeurs physiques mesurées pour l'échantillon test sur les différentes étapes de préparation et transformation.

² Cette valeur a été définie sur la base d'un gisement de bouteilles et flacons en PET clair de 245 kT et d'un volume de barquettes en PET clair de 65 kT. En considérant une intégration totale des barquettes au sein du flux de bouteilles et flacons, on peut évaluer leur taux d'incorporation au sein de ce flux à $65/(245+65)=21\%$. Du fait de la présence possible de barquettes colorées et opaques parmi les barquettes claires et d'un taux de captage potentiellement moindre que celui des bouteilles et flacons, cette valeur a été arrondie à 20%.

³ Seules les données concernant les dernières étapes du process (produits de polycondensation, plaques, préformes et bouteilles) ont été rapportées.

ETAPES		POLYCONDENSATION EN PHASE SOLIDE		INJECTION			SOUFFLAGE		
ECHANTILLONS		TEMOIN	GRANULES TEST	TEMOIN	PLAQUES	TEMOIN	PRE-FORMES	ECHANTILLON	BOUTEILLES
GRANDEURS PHYSIQUES								GRANDEURS PHYSIQUES	
INDICE DE VISCOSITE (MESURE SUR GRANULES)		t=2h : IV=0,749 t=6h : IV=0,802 t=8h : IV=0,825	t=2h : IV=0,728 t=6h : IV=0,776 t=8h : IV=0,809	-	-	Non rapporté	<u>Conforme au témoin</u> IV = ±0,02 vs référence	DIMENSIONS	Comparables à celles du témoin
CONSTANTES THERMIQUES (°C)		Tg= 80,65 ⁽¹⁾ Tc= 137,29 ⁽²⁾ Tm= 244,35 ⁽³⁾	Tg= 80,72 ⁽¹⁾ Tc= 135,89 ⁽²⁾ Tm= 244,20 ⁽³⁾	-	-	-	-	DISTRIBUTION DE LA MATIERE (EPAISSEUR A DIVERS NIVEAUX DE LA BOUTEILLE)	Similaire au témoin
CONCENTRATION ACETALDEHYDE (PPM)		0,23	0,38	-	-	3,61	3,57		
PROPRIETES OPTIQUES	COLORATION (L*a*b*)	Coloration légère vert d'eau L*=66,84 a*=-2,19 b*=3,40	<u>Aucune décoloration observée par rapport au témoin</u> L*=66,43 a*=-2,20 b*=3,00	• Coloration légère vert d'eau • Faible décoloration par rapport aux granulés L*=85,59 a*=-2,20 b*=12,44	Faible décoloration observée mais identique à celle du témoin ⇒ <u>Conforme au témoin</u> L*=85,63 a*=-2,28 b*=12,00	-	-	STABILITE THERMIQUE	>90% de la valeur témoin ⇒ Pas de différence significative avec le témoin
	OPACITE	-	-	8,67	9,07	-	-	PROPRIETES MECANIKES (RESISTANCES CHUTE, ETIREMENT, ECLATEMENT, REMPLISSAGE, RETENTION DE CO ₂ , ...)	Pas de différence significative avec le témoin (<10%)
									PROPRIETES OPTIQUES (COLORATION, OPACITE)
FAISABILITE TECHNIQUE		-	-	-	Bonne processabilité (sur 300 plaques produites)	-	Bonne processabilité	FAISABILITE TECHNIQUE	Bonne processabilité (sur 150 bouteilles produites)

(1) Tg : Température de transition vitreuse

(2) Tc : Température de cristallisation

(3) Tm : Température de fusion